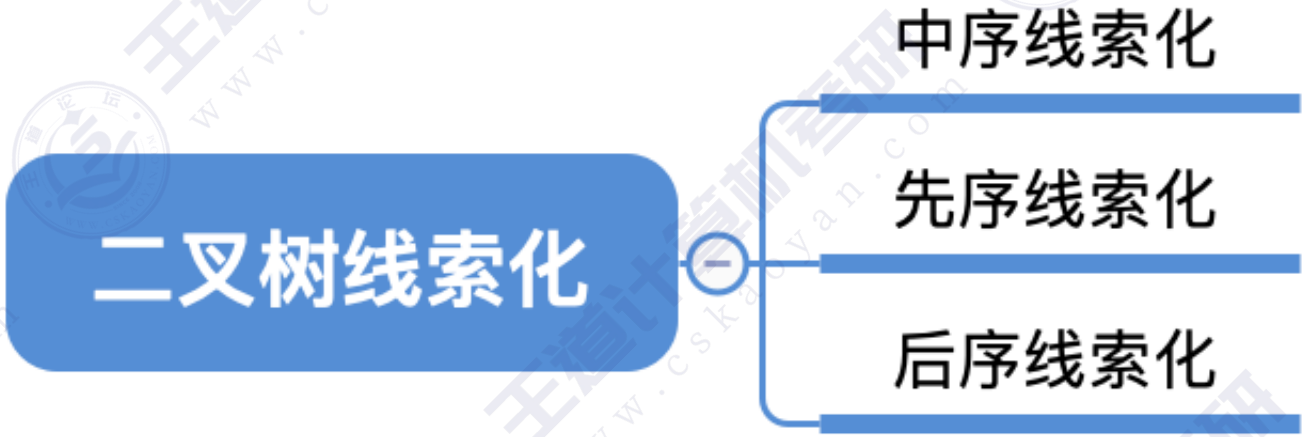
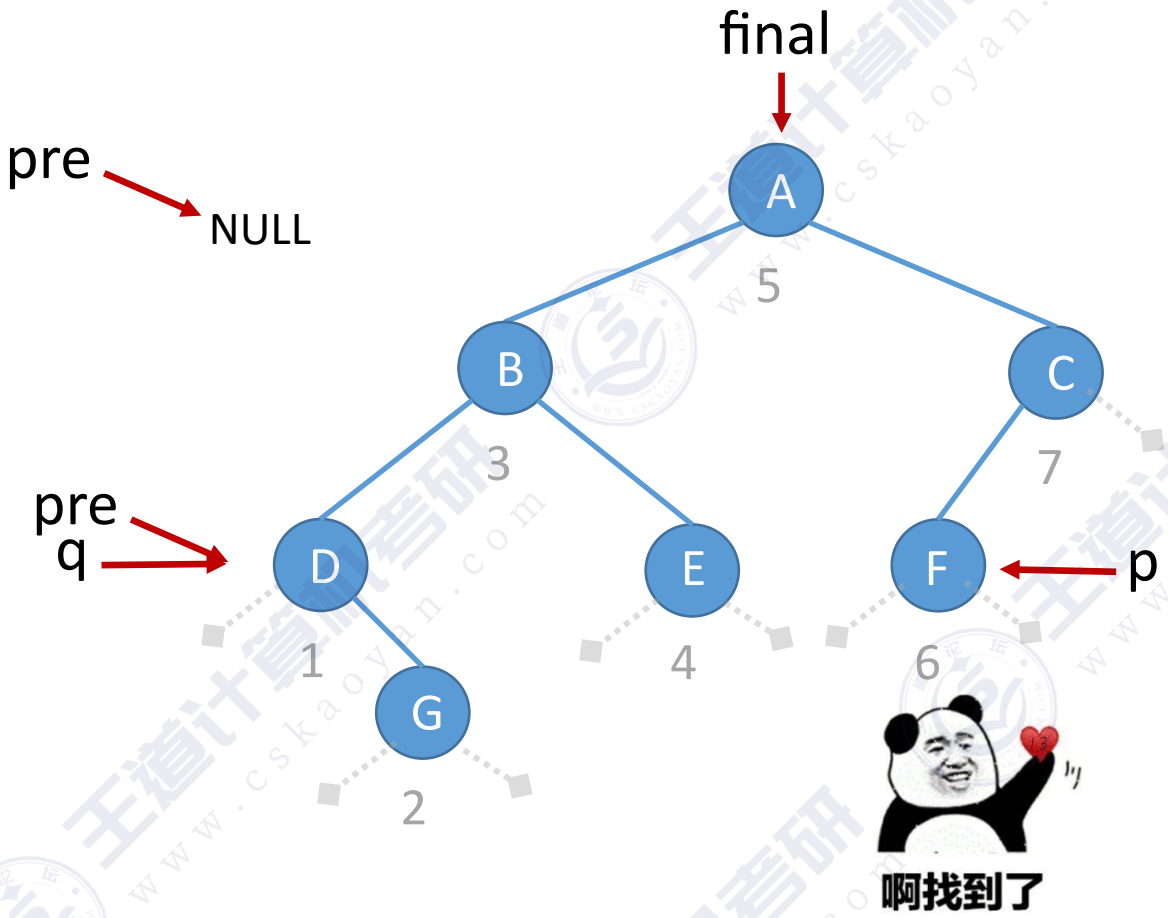
本节内容

二叉树的线索化

知识总览



用土办法找到中序前驱



中序遍历序列：D G B E A F C

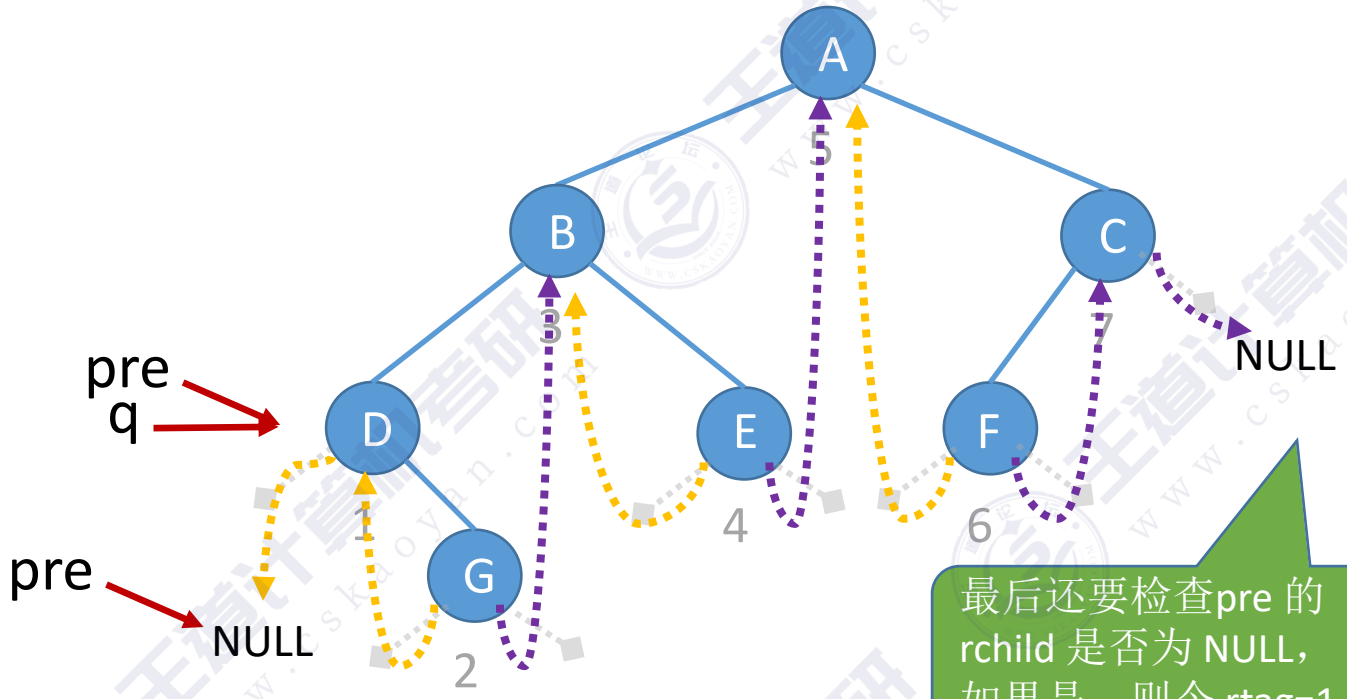
最好改一个函数名，如 findPre

```
//中序遍历
void InOrder(BiTree T){
    if(T!=NULL){
        InOrder(T->lchild);      //递归遍历左子树
        visit(T);                //访问根结点
        InOrder(T->rchild);      //递归遍历右子树
    }
}
//访问结点q
void visit(BiTNode * q){
    if (q==p)                    //当前访问结点刚好是结点p
        final = pre;             //找到p的前驱
    else
        pre = q;                 //pre指向当前访问的结点
}
//辅助全局变量，用于查找结点p的前驱
BiTNode *p;                      //p指向目标结点
BiTNode * pre=NULL;              //指向当前访问结点的前驱
BiTNode * final=NULL;            //用于记录最终结果
```

中序线索化

初步建成的树，ltag、rtag=0

* lchild	ltag	data	rtag	* rchild



最后还要检查pre 的 rchild 是否为 NULL，如果是，则令 rtag=1

```
//线索二叉树结点
typedef struct ThreadNode{
    ElemType data;
    struct ThreadNode *lchild,*rchild;
    int ltag,rtag;        //左、右线索标志
}ThreadNode,* ThreadTree;
```

```
//中序遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void InThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        InThread(T->lchild);     //中序遍历左子树
        visit(T);                //访问根节点
        InThread(T->rchild);     //中序遍历右子树
    }
}
void visit(ThreadNode *q) {
    if(q->lchild==NULL){//左子树为空，建立前驱线索
        q->lchild=pre;
        q->ltag=1;
    }
    if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
        pre->rchild=q;  //建立前驱结点的后继线索
        pre->rtag=1;
    }
    pre=q;
}
//全局变量 pre，指向当前访问结点的前驱
ThreadNode *pre=NULL;
```

中序线索化

初步建成的树，ltag、rtag=0

* lchild	ltag	data	rtag	* rchild

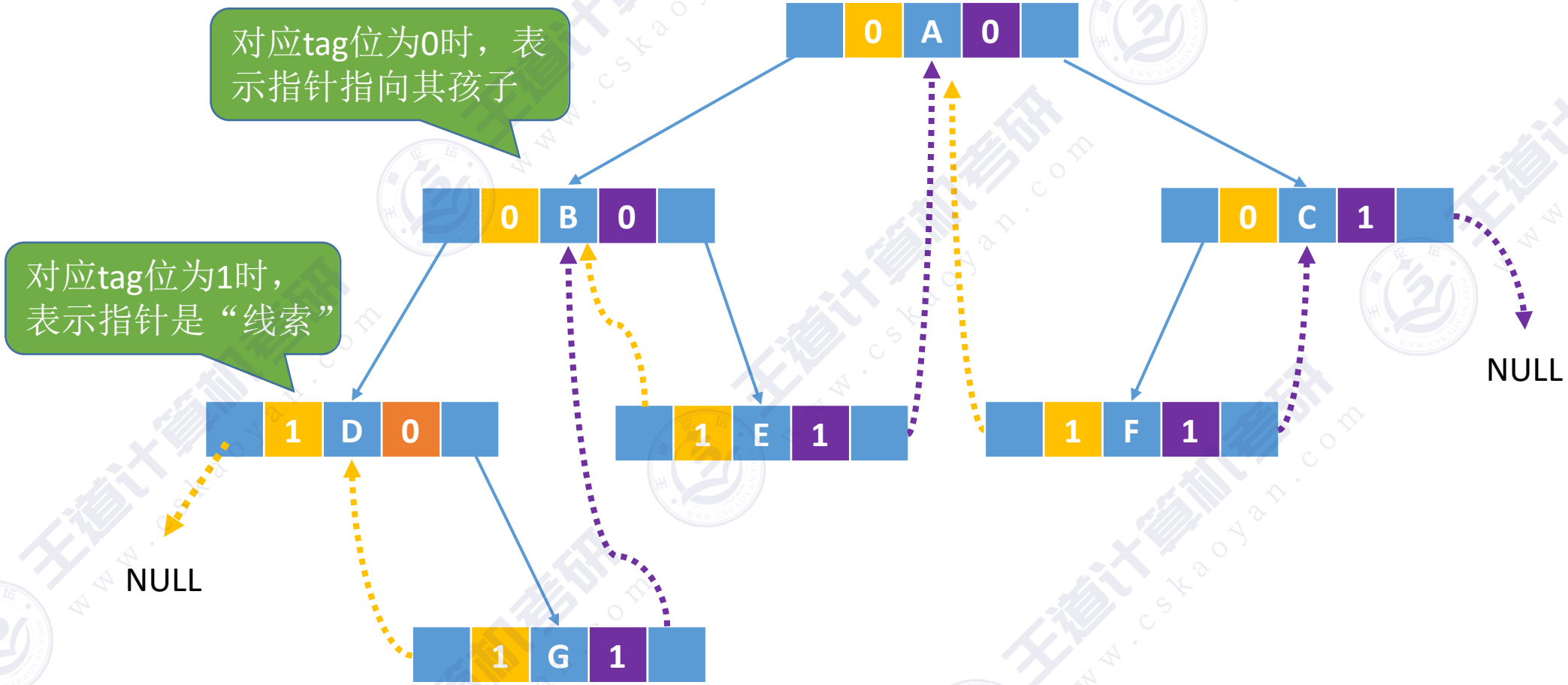
```
//全局变量 pre，指向当前访问结点的前驱
ThreadNode *pre=NULL;

//中序线索化二叉树T
void CreateInThread(ThreadTree T){
    pre=NULL;                   //pre初始为NULL
    if(T!=NULL){                //非空二叉树才能线索化
        InThread(T);            //中序线索化二叉树
        if (pre->rchild==NULL)
            pre->rtag=1;        //处理遍历的最后一个结点
    }
}
//线索二叉树结点
typedef struct ThreadNode{
    ElemType data;
    struct ThreadNode *lchild,*rchild;
    int ltag,rtag;          //左、右线索标志
}ThreadNode,* ThreadTree;
```

```
//中序遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void InThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        InThread(T->lchild);     //中序遍历左子树
        visit(T);                //访问根节点
        InThread(T->rchild);     //中序遍历右子树
    }
}

void visit(ThreadNode *q) {
    if(q->lchild==NULL){//左子树为空，建立前驱线索
        q->lchild=pre;
        q->ltag=1;
    }
    if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
        pre->rchild=q;  //建立前驱结点的后继线索
        pre->rtag=1;
    }
    pre=q;
}
```

中序线索二叉树



中序线索化（王道教材版）

```
//中序线索化
void InThread(ThreadTree p,ThreadTree &pre){
    if(p!=NULL){
        InThread(p->lchild,pre);      //递归，线索化左子树
        if(p->lchild==NULL){          //左子树为空，建立前驱线索
            p->lchild=pre;
            p->ltag=1;
        }
        if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
            pre->rchild=p;            //建立前驱结点的后继线索
            pre->rtag=1;
        }
        pre=p;
        InThread(p->rchild,pre);
    }//if(p!=NULL)
}
```

思考：为什么 pre 参数是引用类型？

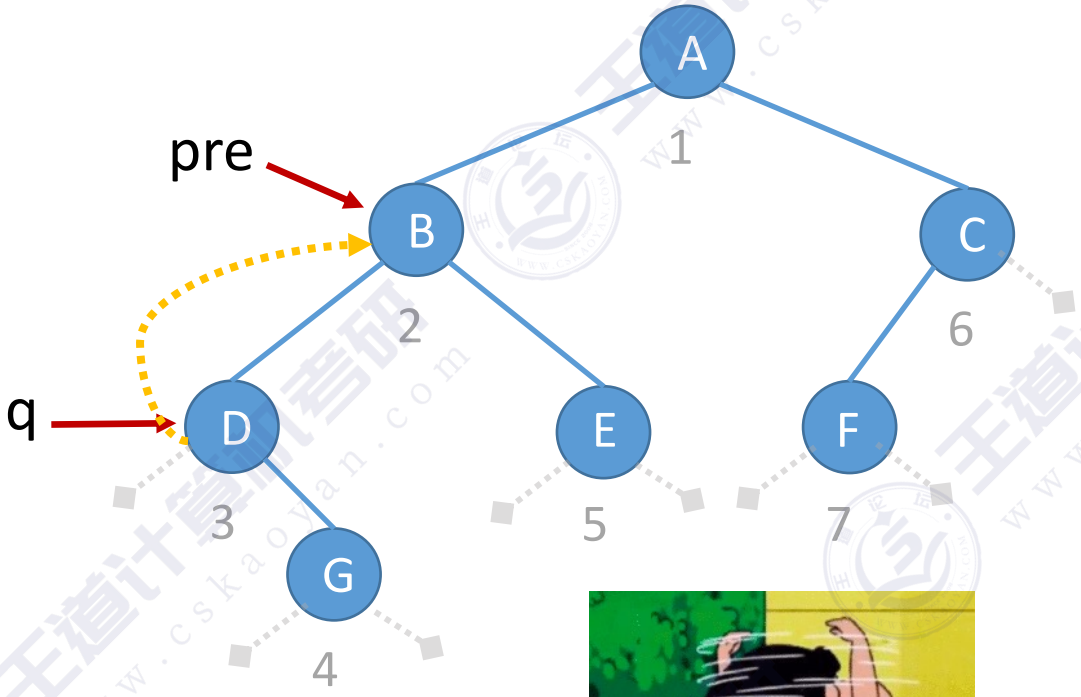
思考：处理遍历的最后一个结点时，为什么没有判断 rchild 是否为NULL？
答：中序遍历的最后一个结点右孩子指针必为空。

```
//中序线索化二叉树T
void CreateInThread(ThreadTree T){
    ThreadTree pre=NULL;
    if(T!=NULL){                      //非空二叉树，线索化
        InThread(T,pre);              //线索化二叉树
        pre->rchild=NULL;             //处理遍历的最后一个结点
        pre->rtag=1;
    }
}
```

先序线索化

初步建成的树，ltag、rtag=0

* lchild	ltag	data	rtag	* rchild



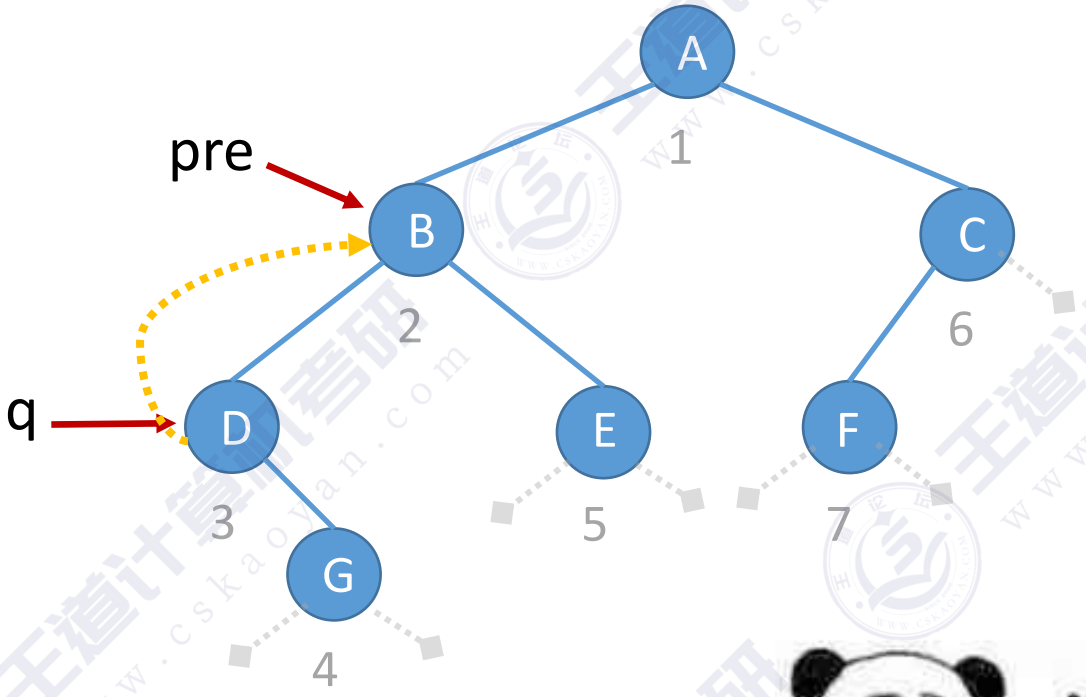

```
//先序遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void PreThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        visit(T);          //先处理根节点
        PreThread(T->lchild);
        PreThread(T->rchild);
    }
}
void visit(ThreadNode *q) {
    if(q->lchild==NULL){//左子树为空，建立前驱线索
        q->lchild=pre;
        q->ltag=1;
    }
    if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
        pre->rchild=q;  //建立前驱结点的后继线索
        pre->rtag=1;
    }
    pre=q;
}

//全局变量 pre，指向当前访问结点的前驱
ThreadNode *pre=NULL;
```

先序线索化

初步建成的树，ltag、rtag=0

* lchild	ltag	data	rtag	* rchild



可以

```
//先序遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void PreThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        visit(T);          //先处理根节点
        PreThread(T->lchild);
        PreThread(T->rchild);
    }
}
```

```
//先序遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void PreThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        visit(T);          //先处理根节点
        if (T->ltag==0) //lchild不是前驱线索
            PreThread(T->lchild);
        PreThread(T->rchild);
    }
}
```

先序线索化

初步建成的树，ltag、rtag=0

* lchild	ltag	data	rtag	* rchild

```
//全局变量 pre，指向当前访问结点的前驱
ThreadNode *pre=NULL;

//先序线索化二叉树T
void CreatePreThread(ThreadTree T){
    pre=NULL;                   //pre初始为NULL
    if(T!=NULL){                //非空二叉树才能线索化
        PreThread(T);           //先序线索化二叉树
        if (pre->rchild==NULL)
            pre->rtag=1;        //处理遍历的最后一个结点
    }
}
```

```
//先序遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void PreThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        visit(T);               //先处理根节点
        if (T->ltag==0) //lchild不是前驱线索
            PreThread(T->lchild);
        PreThread(T->rchild);
    }
}
  void visit(ThreadNode *q) {
      if(q->lchild==NULL){//左子树为空，建立前驱线索
          q->lchild=pre;
          q->ltag=1;
      }
      if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
          pre->rchild=q;  //建立前驱结点的后继线索
          pre->rtag=1;
      }
      pre=q;
  }
```

先序线索化（王道教材Style）

```
//先序线索化
void PreThread(ThreadTree p,ThreadTree &pre){
    if(p!=NULL){
        if(p->lchild==NULL){          //左子树为空，建立前驱线索
            p->lchild=pre;
            p->ltag=1;
        }
        if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
            pre->rchild=p;            //建立前驱结点的后继线索
            pre->rtag=1;
        }
        pre=p;                        //标记当
        if(p->ltag==0)
            PreThread(p->lchild,pre);    //递
        PreThread(p->rchild,pre);    //递归,
    }//if(p!=NULL)
}
```


```
//先序线索化二叉树T
void CreatePreThread(ThreadTree T){
    ThreadTree pre=NULL;
    if(T!=NULL){                      //非空二叉树，线索化
        PreThread(T,pre);             //线索化二叉树
        if (pre->rchild==NULL)        //处理遍历的最后一个结点
            pre->rtag=1;
    }
}
```

后序线索化

初步建成的树，ltag、rtag=0

* lchild	ltag	data	rtag	* rchild

```
//全局变量 pre，指向当前访问结点的前驱
ThreadNode *pre=NULL;
```

```
//后序线索化二叉树T
void CreatePostThread(ThreadTree T){
    pre=NULL;                   //pre初始为NULL
    if(T!=NULL){                //非空二叉树才能线索化
        PostThread(T);          //后序线索化二叉树
        if (pre->rchild==NULL)
            pre->rtag=1;        //处理遍历的最后一个结点
    }
}
```

```
//后遍历二叉树，一边遍历一边线索化
void PostThread(ThreadTree T){
    if(T!=NULL){
        PostThread(T->lchild);  //后序遍历左子树
        PostThread(T->rchild);  //后序遍历右子树
        visit(T);               //访问根节点
    }
}
```

```
void visit(ThreadNode *q) {
    if(q->lchild==NULL){//左子树为空，建立前驱线索
        q->lchild=pre;
        q->ltag=1;
    }
    if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
        pre->rchild=q;  //建立前驱结点的后继线索
        pre->rtag=1;
    }
    pre=q;
}
```

后序线索化（王道教材Style）

```
//后序线索化
void PostThread(ThreadTree p,ThreadTree &pre){
    if(p!=NULL){
        PostThread(p->lchild,pre);  //递归，线索化左子树
        PostThread(p->rchild,pre);  //递归，线索化右子树
        if(p->lchild==NULL){        //左子树为空，建立前驱线索
            p->lchild=pre;
            p->ltag=1;
        }
        if(pre!=NULL&&pre->rchild==NULL){
            pre->rchild=p;
            pre->rtag=1;
        }
        pre=p;
    }//if(p!=NULL)
}
```


```
//后序线索化二叉树T
void CreatePostThread(ThreadTree T){
    ThreadTree pre=NULL;
    if(T!=NULL){                    //非空二叉树，线索化
        PostThread(T,pre);          //线索化二叉树
        if (pre->rchild==NULL)      //处理遍历的最后一个结点
            pre->rtag=1;
    }
}
```

知识回顾与重要考点